

Docket No.: 2336-231

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :  
Hyun Kee LEE *et al.* : Confirmation No. -----  
U.S. Patent Application No. ----- : Group Art Unit: -----  
Filed: December 16, 2003 : Examiner: -----

For: MULTI-CHANNEL VARIABLE OPTICAL ATTENUATOR AND FABRICATION  
METHOD THEREOF

**CLAIM OF PRIORITY AND**  
**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

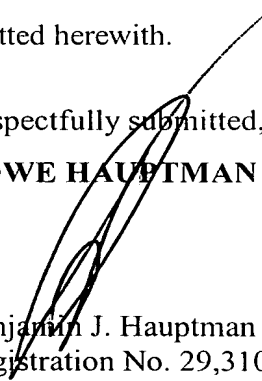
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims, in the present application, the priority of *Korean Patent Application No. 2003-70414, filed October 9, 2003*. The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

**LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP**

  
Benjamin J. Hauptman  
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310  
Alexandria, Virginia 22314  
(703) 684-1111 BJH/klb  
Facsimile: (703) 518-5499  
**Date: December 16, 2003**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0070414  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 10월 09일  
Date of Application OCT 09, 2003

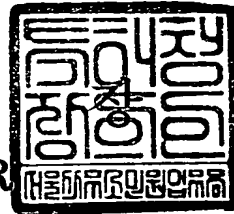
출원인 : 삼성전기주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.



2003 년 11 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0005
【제출일자】	2003.10.09
【국제특허분류】	G02B 6/00
【발명의 명칭】	다채널 가변 광 감쇠기 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	MULTI channel variable optical attenuator and manufacture thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전기 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001806-4
【대리인】	
【명칭】	특허법인씨엔에스
【대리인코드】	9-2003-100065-1
【지정된변리사】	손원 ,이건철
【포괄위임등록번호】	2003-045784-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이현기
【성명의 영문표기】	LEE,Hyun Kee
【주민등록번호】	731113-1351115
【우편번호】	442-813
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 1040-12
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍윤식
【성명의 영문표기】	HONG,Yoon Shik
【주민등록번호】	700303-1047519
【우편번호】	463-776
【주소】	경기도 성남시 분당구 서현동 시범단지 한양아파트 301동 307호
【국적】	KR



030070414

출력 일자: 2003/11/25

【발명자】

【성명의 국문표기】

이성준

【성명의 영문표기】

LEE, Sung Jun

【주민등록번호】

720828-1406312

【우편번호】

130-851

【주소】

서울특별시 동대문구 전농2동 103-182

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
특허법인씨엔에스 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

9 면 9,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

17 항 653,000 원

【합계】

691,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 광 감쇠기의 광 섬유부와 감쇠부를 분리하여 다층구조로 구현함으로써 광 감쇠기, 특히 다채널 가변 광 감쇠기의 집적도를 높이도록 한 다채널 가변 광 감쇠기에 관한 것이다.

본 발명의 광 감쇠기에는 입력단과 출력단 사이에 광 신호의 전송량을 조정하는 이격공간이 형성되고, 서로 평행하게 배열되는 적어도 2개의 광 신호 전송라인이 마련된다. 차단막은 상기 광 신호 전송라인의 이격공간에 위치하고, 상기 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동가능하도록 위치한다. 또한 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 액츄에이터가 상기 차단막이 위치하는 광 신호 전송라인과 인접한 다른 광 신호 전송라인의 상부에 위치하고, 상기 차단막과 연결되어 차단막을 이동시키게 된다.

**【대표도】**

도 4

**【색인어】**

가변, 다채널, 광, 감쇠기, 집적도, MEMS

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

다채널 가변 광 감쇠기 및 그 제조방법 {MULTI channel variable optical attenuator and manufacture thereof}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 1채널 가변 광 감쇠기를 도시한 도면이다.

도 2는 상기 도 1의 A-A' 선을 따른 단면도이다.

도 3은 종래의 다채널 가변 광 감쇠기를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기를 도시한 도면이다.

도 5는 도 4의 B-B' 선을 따른 단면도이다.

도 6은 도 4의 C-C' 선에 따른 단면도이다.

도 7은 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기의 일실시예를 도시한 도면이다.

도 8은 도 7의 D-D' 선을 따른 단면도이다.

도 9는 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기의 다른 실시예를 도시한 도면이다.

도 10은 도 9의 E-E' 선을 따른 단면도이다.

도 11(a) 내지 (j)는 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기의 제조단계를 도시한 도면이다.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

41,51: 기관

40,40' :광 신호 전송라인

42,42' ,52: 입력단 광섬유

43,53: 출력단 광섬유

44,54: 단자	45,55: MEMS 액츄에이터
46,56: 차단막	47, 65: 측면 구조물
48: 상부 구조물	50: 콤형 액츄에이터
61: 하부 Si층	62: 산화층
63: 상부 Si층	64, 71, 73: 식각패턴
60: SOI 웨이퍼	70: SI 웨이퍼

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<21> 본 발명은 다채널 가변 광 감쇠기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 광 감쇠기의 광 섬유부와 감쇠부를 분리하여 다층구조로 구현함으로써 광 감쇠기, 특히 다채널 가변 광 감쇠기의 집적도를 높이도록 한 다채널 가변 광 감쇠기에 관한 것이다.

<22> 광 통신의 주요 부품중의 하나인 광 감쇠기(Optical Attenuator)는 입력된 광 신호에 감쇠부가 일정 정도의 광 손실을 발생시켜 감쇠된 광 신호를 출력단으로 내보내도록 하는 광 부품이다. 광 통신망에서는 전송거리의 장단에 의한 광 섬유의 전송 손실의 차이, 광 섬유 접속부의 개수의 차이, 전송로에 사용되는 광 분기 결합 등에 의해 일정 부분에 수신되는 광량(optical power)의 크기가 시스템의 구성에 따라 다르게 나타난다. 이를 조절하는 기능을 하는 것이 광 감쇠기이다.

<23> 광 감쇠기는 입력단과 출력단을 구성하는 광섬유부와 광 신호를 감쇠하는 기능을 하는 감쇠부로 이루어진다. 광 감쇠기는 감쇠량의 가변 여부에 따라서 고정 광 감쇠기(fixed optical attenuator)와 가변 광 감쇠기(variable optical attenuator, VOA)로 구분할 수 있다. 또한 상기 가변 광 감쇠기는 입력단과 출력단의 개수에 따라서 1채널 VOA와 다채널 VOA로 구분할 수 있다.

<24> 도 1은 종래의 1채널 VOA를 도시한 도면이고, 도 2는 도 1의 A-A' 선에 따른 단면도이다. 입력단 광섬유(2) 및 출력단 광섬유(3)가 서로 일정간격 이격되어 배열되어 있다. 입력단 광섬유(2)와 출력단 광섬유(3)가 형성하는 이격공간에 차단막(6)이 위치하게 되고, 상기 차단막(6)을 이동시키는 구동부(5) 및 상기 구동부(5)를 고정하는 고정부(4)가 구비되어 있다.

<25> 이와 같은 종래의 1채널 VOA는 입력단 광섬유(2)를 통해 광 신호(1)가 들어오면, 고정부(4)에 지지된 구동부(5)가 움직이게 되고, 차단막(6)이 구동부(5)에 의해 변위를 발생시키게 된다. 차단막(6)은 입력된 광신호의 일부를 막아 광량을 줄이게 되고, 감쇠된 광 신호(7)가 출력단 광섬유(3)로 출력된다.

<26> 도 3은 종래의 다채널 VOA를 도시한 도면이다. 도 3의 VOA는 도 1의 VOA를 다수개 배열한 것이다. 도 3의 다채널 VOA는 1개의 채널을 갖는 VOA(10,20)를 다수개 배열하였고, 각각의 VOA는 입력단 광섬유(12) 및 출력단 광섬유(13)를 구비하고, 입력단과 출력단의 사이에 차단막(16)이 위치하는 구성을 갖게 된다. 차단막(16)을 구동하는 구동부(15) 및 상기 구동부



(15)를 고정하는 고정부(14)가 상기 입력단 광섬유(12) 및 출력단 광섬유(13)와 같은 평면상에 나란히 배열되어 있다.

<27>       상기 다채널 VOA는 채널의 수만큼 VOA의 면적이 증가하게 되는 문제가 있다. 즉, 광섬유 옆에 구동부가 위치하고, 다시 구동부 옆에 다른 광섬유가 위치하는 배열구조를 갖고 있는 것이다. 따라서 이와 같은 구조를 통해서는 다채널 VOA의 크기를 소형화하기 힘들고, 집적도를 높이기 힘든 문제가 발생한다. 또한 일정 면적의 웨이퍼에 생산할 수 있는 VOA의 개수를 증대시키기 어렵기 때문에 생산성이 저하되는 문제가 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<28>       본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 광 감쇠기의 광 섬유부와 감쇠부를 분리하고 이를 서로 다른 층상에 배열하여 전체 면적을 줄이고, 집적도를 높인 광 감쇠기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<29>       또한, 본 발명은 면적이 최소화되고 집적도가 높은 광 감쇠기를 제공함으로써 광 감쇠기의 생산성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<30>       상기와 같은 목적을 달성하기 위한 구성수단으로서, 본 발명은 입력단과 출력단 사이에 광 신호의 전송량을 조정하는 이격공간이 형성되고, 서로 평행하게 배열되는 적어도 2개의 광 신호 전송라인; 상기 광 신호 전송라인의 이격공간에 위치하고, 상기 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동가능하도록 위치하는 차단막; 상기 차단막이 위치하는 광 신호 전송라인과



인접한 다른 광 신호 전송라인의 상부에 위치하고, 상기 차단막과 연결되어 차단막을 이동시키는 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 액츄에이터;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기를 제공한다.

<31> 바람직하게는, 상기 광 신호 전송라인은 광 섬유를 통해 형성될 수 있다.

<32> 또한, 상기 광 신호 전송라인의 이격공간과 인접한 광 신호 전송라인의 이격공간은 서로 다른 선상에 위치하거나, 인접한 광 신호 전송라인의 이격공간과 같은 선 상에 형성될 수 있다. 이때, 상기 이격공간에 위치하는 차단막은 다른 구동부와의 간섭을 피하도록 상부 끝단이 오목하게 단차진 형상을 갖는 것이 바람직하다.

<33> 또한 바람직하게는, 상기 MEMS 액츄에이터는 콤(comb) 액츄에이터인 것을 특징으로 하며, 상기 차단막은 상기 이격공간을 통과하는 광을 차단하는 초기위치를 갖고, 상기 구동부가 작동하면 구동부를 향해 당겨지는 방향으로 이동하는 것을 특징으로 한다.

<34> 또한 본 발명은 산화층이 상부 및 하부의 Si층 사이에 형성된 SOI 웨이퍼를 마련하는 단계; 상기 SOI 웨이퍼의 상부 Si 층 및 산화층을 식각하여 적어도 2개의 광 신호 전송라인이 삽입될 수 있는 구조물을 형성하는 단계; Si층으로 형성된 Si 웨이퍼를 마련하는 단계; 상기 Si 웨이퍼에 차단막을 형성하도록 식각하는 단계; 상기 Si 웨이퍼의 차단막이 상기 SOI 웨이퍼의 구조물 사이에 위치하도록 상기 Si 웨이퍼를 상기 SOI 웨이퍼의 상부에 접합하는 단계; 상기 Si 웨이퍼를 식각하여 MEMS 액츄에이터를 형성하는 단계; 상기 SOI 웨이퍼의 구조물 사이에 광 신호 전송라인을 삽입하는 단계;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기 제조방법을 제공한다.

- <35> 바람직하게는, 상기 광 신호 전송라인은 광 섬유를 통해 형성되는 것을 특징으로 하며, 상기 차단막은 인접한 다른 차단막과 다른 선상에 형성되거나 인접한 다른 차단막과 같은 선상에 형성될 수 있다.
- <36> 바람직하게는, 상기 차단막은 다른 구동부와와의 간섭을 피하도록 상부 끝단이 오목하게 단차진 형상을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하며, 상기 MEMS 액츄에이터는 콤(comb) 액츄에이터인 것을 특징으로 한다.
- <37> 또한 본 발명은, 입력단과 출력단 사이에 광 신호의 전송량을 조정하는 이격공간이 서로 다른 선상에 형성되고, 서로 평행하게 배열되는 적어도 2개의 광 신호 전송라인을 형성하도록 배열되는 광 섬유; 상기 광 신호 전송라인의 광 신호를 감쇠하도록 상기 이격공간에 위치하고, 상기 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동가능하도록 위치하는 차단막; 상기 차단막이 위치하는 광 신호 전송라인과 인접한 다른 광 신호 전송라인의 상부에 위치하고, 상기 차단막과 연결되어 차단막을 이동시키는 콤(comb)형 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 액츄에이터; 상기 콤형 MEMS 액츄에이터에 연결되어 액츄에이터에 전압을 인가하는 단자;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기를 제공한다.
- <38> 바람직하게는, 상기 차단막은 상기 이격공간을 통과하는 광을 차단하는 초기위치를 갖고, 상기 구동부가 작동하면 구동부를 향해 당겨지는 방향으로 이동하는 것을 특징으로 한다.
- <39> 또한 본 발명은 입력단과 출력단 사이에 광 신호의 전송량을 조정하는 이격공간이 서로 같은 선상에 형성되고, 서로 평행하게 배열되는 적어도 2개의 광 신호 전송라인을 형성하도록 배열되는 광 섬유; 상기 광 신호 전송라인의 광 신호를 감쇠하도록 상기 이격공간에 위치하고, 상기 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동가능하도록 위치하며, 상부 끝단에 오목한 단차부가 형성되는 차단막; 상기 차단막이 위치하는 광 신호 전송라인과 인접한 다른 광 신호 전



송라인의 상부에 위치하고, 상기 차단막과 연결되어 차단막을 이동시키는 콤(comb)형 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 액츄에이터; 상기 콤형 MEMS 액츄에이터에 연결되어 액츄에이터에 전압을 인가하는 단자;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기를 제공한다.

<40> 바람직하게는, 상기 차단막은 상기 이격공간을 통과하는 광을 차단하는 초기위치를 갖고, 상기 구동부가 작동하면 구동부를 향해 당겨지는 방향으로 이동하는 것을 특징으로 한다

<41> 이하 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 첨부된 도면에, 따라서 보다 상세히 설명한다. 도 4는 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기를 도시한 도면이고, 도 5는 도 4의 B-B' 선을 따른 단면도이다.

<42> 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기는 광 신호의 입력단과 출력단 사이에 형성되는 이격공간에 교차하면서 이동가능하도록 설치되는 차단막을 구동하는 액츄에이터를 다른 층상에 위치시키도록 하여 집적도를 높이도록 구성하였다.

<43> 도 4에서, 광 신호의 입력단(42)과 출력단(43)이 구비된 광 신호 전송라인(40)이 형성된다. 상기 광 신호 전송라인(40)은 입력단(42)과 출력단(43) 사이에 소정거리 이격되어 형성되는 이격공간(39)을 구비한다. 상기 이격공간(39)은 광 신호의 전송량을 적절히 감쇠하여 출력하도록 하는 기능을 한다.

<44> 이와 같이 입력단 및 출력단, 이격공간을 이루는 광 신호 전송라인(40)이 적어도 2개 배열된다. 이는 광 감쇠기에서 다채널을 구현하기 위한 배열이다. 이때 상기 광 신호 전송라인

(40)은 서로 평행하게 배열되는 것이 집적도의 향상을 위해서는 바람직하다. 도 4에서는 광 신호 전송라인(40)이 2개 배열된 것을 도시하고 있으나, 이는 설명을 위한 예시일 뿐 2개로 한정되는 것은 아니다.

<45>       상기 광 신호 전송라인(40)은 광 섬유로 형성되는 것이 바람직하다. 광 섬유는 광학 섬유라고도 하며, 합성수지를 재료로하는 것도 있으나, 주로 투명도가 좋은 유리로 형성된다. 광 섬유는 중앙의 코어(core)부분을 주변에서 클래딩(cladding) 부분이 감싸고 있는 이중의 원기둥 형상이다. 광 섬유의 외부에는 충격으로부터 보호하기 위한 합성수지 피복이 입혀진다. 광 섬유의 코어부분의 굴절율은 클래딩 부분의 굴절율보다 높으며, 이러한 구조에 의해 광 신호가 코어부분에 집중되어 손실없이 진행할 수 있게 된다.

<46>       광 신호 전송라인(40)의 이격공간(39)에는 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동 가능한 차단막(46)이 위치하게 된다. 차단막(46)은 광 섬유의 코어부분을 차단할 수 있는 위치에 배열되며, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같은 형상을 갖는다. 차단막(46)은 광 신호와 접촉하여 광 신호 전송량을 감소하는 일단은 자유단으로 형성되고, 그 반대편의 타단은 구동을 위한 액츄에이터와 연결된다.

<47>       본 발명에서 차단막(46)의 구동을 위한 액츄에이터(45)는 마이크로 전자 기계 시스템(Micro Electro Mechanical System, 이하 “MEMS”) 액츄에이터가 사용된다. 상기 MEMS 액츄에이터는 초소형의 구동수단으로, 실리콘 웨이퍼에 식각을 통해 구동구조를 형성하고 이에 전압을 인가하여 미세 구동을 하게 된다. 상기 차단막(46)은 통상적으로 MEMS 액츄에이터와 일체로 형성된다.

- <48> MEMS 액츄에이터(45)는 차단막(46)이 위치하는 광 신호 전송라인(40)과 인접한 다른 광 신호 전송라인(40')의 상부에 위치한다. 종래의 다채널 가변 광 감쇠기의 구동부가 광 신호 전송라인과 같은 평면상에 배열되었으며, 이와 같은 종래의 구조를 통해서는 광 감쇠기의 전송라인들 사이에 구동부가 위치하는 공간이 별도로 필요하였다. 따라서, 종래의 구조를 통해서는 광 감쇠기의 집적도를 높이는데 한계가 있었다.
- <49> 본 발명에서는 구동부인 MEMS 액츄에이터를 다른 전송라인의 상부에 위치시킴으로써 구동부와 광 신호 전송라인이 서로 다른 평면 상에 위치하도록 하였다. 이를 통해 광 신호 전송라인들 사이에 구동부가 위치하는 별도의 공간을 제거할 수 있어서 광 감쇠기의 집적도를 향상시킬 수 있게 된다.
- <50> 도 4에서, 하나의 광 신호 전송라인(40)의 이격공간(39)에 차단막(46)이 광 신호 전송라인과 교차하도록 위치하게 되고, 상기 차단막(46)은 다른 광 신호 전송라인(40')의 상부에 위치한 구동수단인 MEMS 액츄에이터(45)와 연결된다. 본 실시예에서 차단막(46)은 광 신호 전송라인(40)과 수직인 방향으로 이동할 수 있도록 배열되나, 수직이 아닌 소정의 각도로 경사지도록 이동하도록 구성하는 것도 가능하다.
- <51> MEMS 액츄에이터(45)는 양끝단에 전압이 인가되는 단자(44)가 형성되고, 상기 단자(44)는 액츄에이터에 전압을 인가하여 액츄에이터가 구동할 수 있도록 한다. MEMS 액츄에이터는 바람직하게는 콤(comb)형 액츄에이터가 된다. 이는 도 7 및 도 8에 상세하게 도시되어 있다.
- <52> 도 5에서, 광 신호 전송라인을 형성하는 광 섬유(42,43)는 하부의 기판(41)과 기판(41)에 형성되는 측면 구조물(47)과 그 상부의 구동수단을 형성하는 상부 구조물(48) 사이에 삽입



되어 배열된다. 도 5는 도 4의 A-A' 라인을 따라 절개한 부분의 단면도이다. 광 신호 전송라인을 이루는 광 섬유(42,43)의 상부에 위치하는 상부 구조물(48)에는 MEMS 액츄에이터(45) 및 차단막(46), 단자(44)가 형성되어 있다.

<53> 다시 도 4에서, 인접한 광 신호 전송라인들(40,40')의 이격공간(39)은 서로 일치하지 않는 선 상에 위치하게 된다. 즉, 광 신호 전송라인에 수직한 가상의 선을 수직선이라 하면, 상기 이격공간들을 서로 동일한 수직선 상에 위치하지 않도록 배열하게 된다. 이는 광 신호 전송라인의 상부에 위치하는 MEMS 액츄에이터가 서로 엇갈리도록 배열하기 위한 것이다. 도 4에서와 같이 각 MEMS 액츄에이터들은 한쌍씩 서로 마주보도록 배열된다.

<54> 도 6은 도 4의 C-C' 라인의 단면도이다. 이는 MEMS 액츄에이터(45')의 차단막(46')의 배열을 도시한 것으로, 차단막(46')은 액츄에이터(45')와 일체로 연결되어 있다. 기판(41)과 상부 구조물(48) 사이에 광 섬유(42,42')가 위치한다. 광 섬유 중, 도면번호 42의 광 섬유와 42'의 광섬유는 서로 다른 광 신호 전송라인을 형성한다.

<55> 상기 도 6의 차단막(46')은 도 4의 광 신호 전송라인(40')의 광 신호 전송량 감쇠를 위한 것으로, 광 섬유(42')의 코어부분을 가릴 수 있도록 위치한다. 차단막(46')은 다른 광 섬유(42)의 상부에서 수평하게 뺀 후, 다시 하방으로 뺀어있는 절곡된 형상을 갖는다. 차단막(46')의 상부 끝단은 MEMS 액츄에이터(45)가 되며, 이들은 다시 상부 구조물(48)에 형성된 단자들과 연결된다.

<56> 도 7은 상기와 같은 이격공간이 서로 엇갈리게 형성된 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기의 일 실시예를 도시한 도면이다. 도 8은 도 7의 D-D' 선을 따른 단면도이다. 도 7 및



도 8과 같이 본 발명에 의한 광 감쇠기의 MEMS 액츄에이터는 콤(comb)형 액츄에이터를 사용하는 것이 바람직하다. 콤형 액츄에이터(50)는 서로 대향하는 방향으로 교차하도록 수평하게 배열되는 빗살들을 갖는 제1 부재와 제2 부재를 포함하여 형성된다. 제1 부재 및 제2 부재에 전압을 인가하면 그 전압차에 의해 서로 인력이 작용하게 되며, 제1 또는 제2 부재에 연결된 차단막(46)을 이동시키게 된다.

<57> 이때 차단막(46)은 초기위치가 광 섬유(42,43)의 코어부분을 가리도록 위치하며, 구동수단인 액츄에이터의 구동에 의해 코어부분을 개방하도록 작동하는 것이 바람직하다. 이는 콤형 액츄에이터의 작동 특성에 따른 것으로, 다른 MEMS 액츄에이터를 사용하여 차단막이 다른 방식으로 작동하도록 하는 것도 가능하다.

<58> 도 9는 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 10은 도 9의 E-E' 선을 따른 단면도이다.

<59> 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기의 광 신호 전송라인의 이격공간들은 서로 동일한 수직선 상에 형성될 수도 있다. 도 9에서와 같이, 광 섬유(52,53) 사이의 이격공간(59)이 동일한 수직선 상에 형성되는 경우, 광 신호 전송량을 조절하는 차단막(56)의 형상이 도 4 및 도 7의 실시예와 다르게 된다.

<60> 즉, 이격공간들이 서로 동일한 선상에 형성되는 경우, 구동을 위한 액츄에이터(55) 및 액츄에이터에 연결되는 차단막(56)들이 서로 동일한 선상에 위치하게 된다. 이때 차단막들간의 간섭을 방지하기 위해 차단막의 상부부분에 오목한 단차가 형성된 형상을 갖는 것이 바람직하다. 이와 같은 경우의 차단막(56)의 단면을 도 10을 통해 도시하고 있다. 도 9의 실시예에서도





앞서 설명한 다른 실시예에서와 같이 액츄에이터(55)에 연결되는 단자(54)가 상부 구조물(58)에 형성된다.

<61> 본 발명과 같이 액츄에이터가 광 신호 전송라인의 상부에 위치하는 경우, 광 감쇠기의 광 신호 전송라인의 집적도를 높이는 장점을 제공하게 된다. 또한 종래의 경우 구동 액츄에이터가 광 신호 전송라인들 사이에 위치하게 됨으로써 각각의 채널 별로 독립적인 전기신호의 인가가 필수적이었으나, 본 발명에 의하면 액츄에이터가 광 섬유의 상부에 형성되고, 그에 전압을 인가하는 단자 역시 광 섬유의 상부에 위치하게 되어, 각 채널의 단자 및 그에 연결되는 각 패턴들의 설계의 자유도가 높아지는 장점을 제공한다.

<62> 도 11(a) 내지 (j)는 본 발명에 의한 다채널 가변 광 감쇠기의 제조공정을 각 단계별로 도시한 도면이다. 도 11(a) 내지 (j)는 도 4의 A-A' 단면을 기준으로 도시하였다.

<63> 먼저, Si 조성의 하부 구조물을 이루는 하부 Si층(61) 및 그 상부의 SiO<sub>2</sub> 조성의 산화층(62), 산화층 상부의 Si 조성의 상부 Si층(63)으로 이루어진 SOI 웨이퍼(Silicon On Insulator Wafer, 60)를 마련한다. (도 11(a))

<64> 상기 SOI 웨이퍼(60)의 Si층(63)을 식각하여 측면 구조물(65)을 형성하기 위하여 식각 패턴(64)을 형성하고, 이를 식각하여 측면 구조물(65)을 형성한다. (도 11(b) 및 (c)) 이때 식각은 웨이퍼(60)의 Si층(63)을 식각하도록 진행된다.

<65> SOI 웨이퍼(60)의 산화층(62)을 식각하여 측면 구조물(65) 하부에 하부 Si층 (61)이 노출되어 하부 Si층 (61)이 기판을 형성하도록 한다. (도 11(d))



- <66> 다음으로, Si 조성의 웨이퍼(70)를 마련하고, 이 웨이퍼의 상부면에 식각패턴(71)을 형성하여, 차단막(72)을 형성하도록 식각한다. 차단막(72)은 앞서 본 도 4, 7, 9의 실시예에서와 같이 상부 구조물(48)보다 하방으로 뻗어있는 형상을 갖게 되며, 이를 위하여 상기 Si 조성의 웨이퍼(70)에 차단막이 형성될 수 있는 구조를 남기게 되는 것이다. (도 11(e),(f))
- <67> 상기와 같이 차단막(72)이 형성된 Si 웨이퍼(70)를 뒤집어서 상기 SOI 웨이퍼(60)의 상부에 접합한다. 즉, 차단막(72)이 SOI 웨이퍼(70)의 측면 구조물(65)들 사이에 위치하도록 접합하게 된다. 이때 차단막(72)이 광 신호 전송라인 상에 위치하도록 접합하며, 접합된 Si 웨이퍼(70)가 미리 정해진 두께가 되도록 폴리싱(polishing)하여 가공한다. (도 11(g))
- <68> 광 감쇠기의 상부층을 형성하는 상기 Si 웨이퍼(70)에 MEMS 액츄에이터를 형성하기 위하여 상부면에 식각패턴(73)을 형성한다. 그후 이를 식각하여 액츄에이터(74) 및 액츄에이터에 연결된 차단막(72)을 형성한다. (도 11(h),(i)) 또한 이 단계에서는 액츄에이터에 전압을 인가하기 위한 단자들 및 기타 다른 패턴들을 형성하게 된다.
- <69> 마지막으로, SOI 웨이퍼(60)의 측면 구조물(65)들 사이 및 SOI 웨이퍼(60)와 Si 웨이퍼(70) 사이에 광 섬유(76,77)를 삽입하게 된다. 삽입된 광 섬유 중 하나의 광섬유(76)는 입력단을 형성하고, 다른 하나의 광섬유(77)는 출력단을 형성하게 된다. 광 섬유(76,77)는 차단막(72) 까지 삽입되어 차단막에 의해 서로 가로막혀진 상태로 놓이게 된다.
- <70> 이때 차단막(72)의 위치를 각 전송라인들의 차단막과 같은 선상에 위치하도록 하는 것(도 9의 실시예)과, 다른 선상에 위치하도록 하는 것(도 4, 7의 실시예)이 모두 가능하게 된다. 다만, 차단막들이 같은 선상에 위치하게 되면 차단막의 형상이 상부층이 오목한 단차를 갖도록 형성하는 것이 바람직하게 된다. (도 10 참조) 이는 도 11(h),(i) 단계에서의 식각패턴 및 식

각량을 조절하는 것에 의해 달성될 수 있다. 또한, 상기 액츄에이터는 콤(comb)형 액츄에이터인 것이 바람직하다.

### 【발명의 효과】

- <71>        이상과 같이 본 발명에 의하면 광 감쇠기의 광 섬유부와 감쇠부를 분리하고 이를 서로 다른 층상에 배열하여 전체 면적을 줄이고, 집적도를 높인 광 감쇠기를 제공할 수 있게 된다. 특히, 광 신호 전송라인을 서로 밀착시킨 상태로 광 감쇠기를 제조할 수 있게 되어 동일한 크기의 광 감쇠기에 배열할 수 있는 채널의 수를 증가시킬 수 있다.
- <72>        또한 본 발명의 다채널 가변 광 감쇠기는 전송라인 상부에 액츄에이터를 배열하였기 때문에 각 구동수단들에의 신호 인가 및 처리 패턴 형성의 자유도를 높일 수 있는 효과를 제공한다.
- <73>        또한, 본 발명은 광 섬유 배열부분의 면적이 최소화되며 집적도가 높은 광 감쇠기를 제공함으로써, 종래와 동일한 면적의 웨이퍼에 동일한 크기의 광 감쇠기를 형성하더라도 채널의 수가 많은 다채널로 형성할 수 있는 장점이 있으며, 또한 동일한 채널의 감쇠기를 제조하더라도 보다 많은 수의 감쇠기를 제공할 수 있기 때문에, 광 감쇠기의 생산성을 향상할 수 있는 효과를 제공한다.
- <74>        본 발명은 특정한 실시예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구범위에 의해 마련되는 본 발명의 정신이나 분야를 벗어나지 않는 한도 내에서 본 발명이 다양하게 개조 및 변화될 수 있다는 것을 당업계에서 통상의 지식을 가진 자는 용이하게 알 수 있음을 밝혀두고자 한다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

입력단과 출력단 사이에 광 신호의 전송량을 조정하는 이격공간이 형성되고, 서로 평행하게 배열되는 적어도 2개의 광 신호 전송라인;

상기 광 신호 전송라인의 이격공간에 위치하고, 상기 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동가능하도록 위치하는 차단막;

상기 차단막이 위치하는 광 신호 전송라인과 인접한 다른 광 신호 전송라인의 상부에 위치하고, 상기 차단막과 연결되어 차단막을 이동시키는 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 액츄에이터;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서, 상기 광 신호 전송라인은 광 섬유를 통해 형성되는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

**【청구항 3】**

제 1항에 있어서, 상기 광 신호 전송라인의 이격공간과 인접한 광 신호 전송라인의 이격공간은 서로 다른 선상에 위치하는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

**【청구항 4】**

제 1항에 있어서, 상기 광 신호 전송라인의 이격공간은 인접한 광 신호 전송라인의 이격공간과 같은 선상에 형성되는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

**【청구항 5】**

제 4항에 있어서, 상기 이격공간에 위치하는 차단막은 다른 구동부와의 간섭을 피하도록 상부 끝단이 오목하게 단차진 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

**【청구항 6】**

제 1항에 있어서, 상기 MEMS 액츄에이터는 콤(comb) 액츄에이터인 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

**【청구항 7】**

제 6항에 있어서, 상기 차단막은 상기 이격공간을 통과하는 광을 차단하는 초기위치를 갖고, 상기 구동부가 작동하면 구동부를 향해 당겨지는 방향으로 이동하는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

**【청구항 8】**

산화층이 상부 및 하부의 Si층 사이에 형성된 SOI 웨이퍼를 마련하는 단계;

상기 SOI 웨이퍼의 상부 Si 층 및 산화층을 식각하여 적어도 2개의 광 신호 전송라인이 삽입될 수 있는 구조물을 형성하는 단계;

Si층으로 형성된 Si 웨이퍼를 마련하는 단계;

상기 Si 웨이퍼에 차단막을 형성하도록 식각하는 단계;

상기 Si 웨이퍼의 차단막이 상기 SOI 웨이퍼의 구조물 사이에 위치하도록 상기 Si 웨이퍼를 상기 SOI 웨이퍼의 상부에 접합하는 단계;



상기 Si 웨이퍼를 식각하여 MEMS 액츄에이터를 형성하는 단계;

상기 SOI 웨이퍼의 구조물 사이에 광 신호 전송라인을 삽입하는 단계;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기 제조방법.

**【청구항 9】**

제 8항에 있어서, 상기 광 신호 전송라인은 광 섬유를 통해 형성되는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기 제조방법.

**【청구항 10】**

제 9항에 있어서, 상기 차단막은 인접한 다른 차단막과 다른 선상에 형성되는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기 제조방법.

**【청구항 11】**

제 9항에 있어서, 상기 차단막은 인접한 다른 차단막과 같은 선상에 형성되는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기 제조방법.

**【청구항 12】**

제 11항에 있어서, 상기 차단막은 다른 구동부와의 간섭을 피하도록 상부 끝단이 오목하게 단차진 형상을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기 제조방법.

**【청구항 13】**

제 8항에 있어서, 상기 MEMS 액츄에이터는 콤(comb) 액츄에이터인 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기 제조방법.

【청구항 14】

입력단과 출력단 사이에 광 신호의 전송량을 조정하는 이격공간이 서로 다른 선 상에 형성되고, 서로 평행하게 배열되는 적어도 2개의 광 신호 전송라인을 형성하도록 배열되는 광 섬유;

상기 광 신호 전송라인의 광 신호를 감쇠하도록 상기 이격공간에 위치하고, 상기 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동가능하도록 위치하는 차단막;

상기 차단막이 위치하는 광 신호 전송라인과 인접한 다른 광 신호 전송라인의 상부에 위치하고, 상기 차단막과 연결되어 차단막을 이동시키는 콤(comb)형 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 액츄에이터;

상기 콤형 MEMS 액츄에이터에 연결되어 액츄에이터에 전압을 인가하는 전자;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기.

【청구항 15】

제 14항에 있어서, 상기 차단막은 상기 이격공간을 통과하는 광을 차단하는 초기위치를 갖고, 상기 구동부가 작동하면 구동부를 향해 당겨지는 방향으로 이동하는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

【청구항 16】

입력단과 출력단 사이에 광 신호의 전송량을 조정하는 이격공간이 서로 같은 선 상에 형성되고, 서로 평행하게 배열되는 적어도 2개의 광 신호 전송라인을 형성하도록 배열되는 광 섬유;

상기 광 신호 전송라인의 광 신호를 감쇠하도록 상기 이격공간에 위치하고, 상기 광 신호 전송라인과 교차하는 방향으로 이동가능하도록 위치하며, 상부 끝단에 오목한 단차부가 형성되는 차단막;

상기 차단막이 위치하는 광 신호 전송라인과 인접한 다른 광 신호 전송라인의 상부에 위치하고, 상기 차단막과 연결되어 차단막을 이동시키는 콤(comb)형 마이크로 전자-기계 시스템(MEMS) 액츄에이터;

상기 콤형 MEMS 액츄에이터에 연결되어 액츄에이터에 전압을 인가하는 단자;를 포함하는 다채널 가변 광 감쇠기.

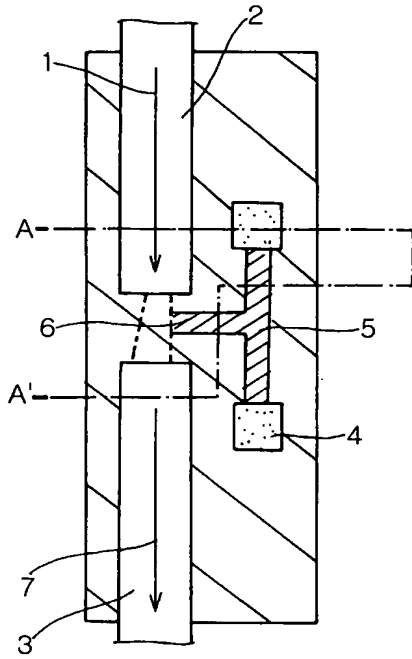
【청구항 17】

제 16항에 있어서, 상기 차단막은 상기 이격공간을 통과하는 광을 차단하는 초기위치를 갖고, 상기 구동부가 작동하면 구동부를 향해 당겨지는 방향으로 이동하는 것을 특징으로 하는 다채널 가변 광 감쇠기.

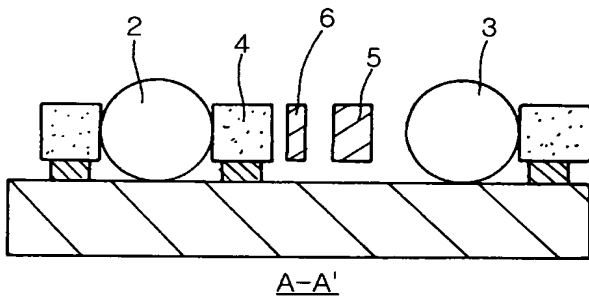


【도면】

【도 1】

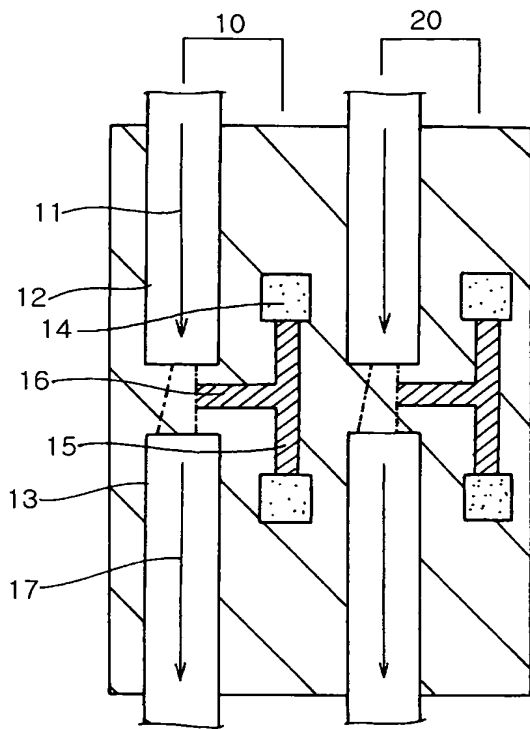


【도 2】

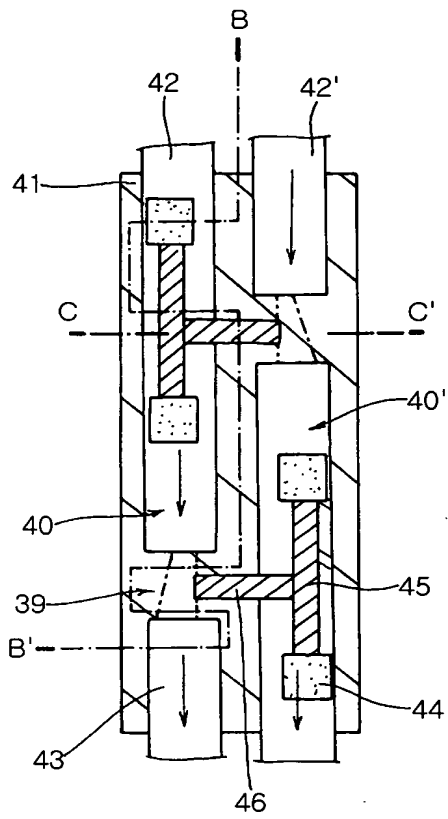




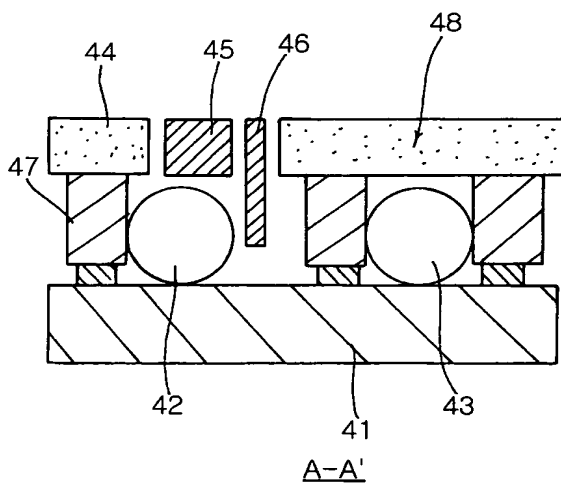
【도 3】



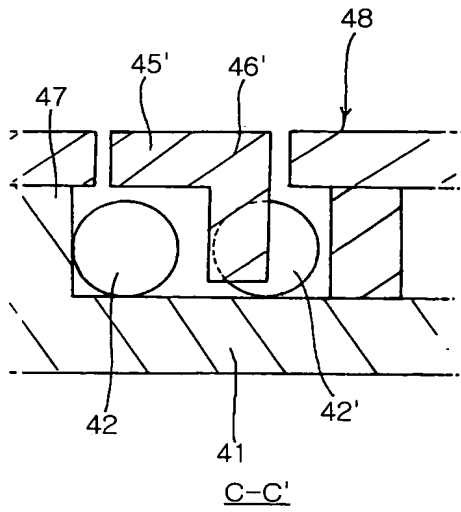
【도 4】



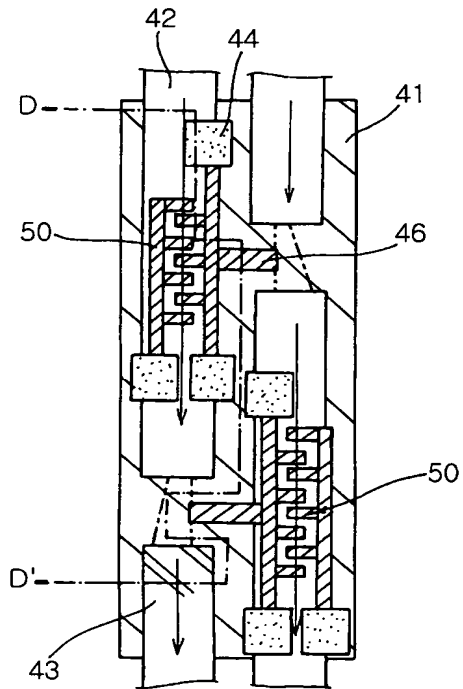
【도 5】



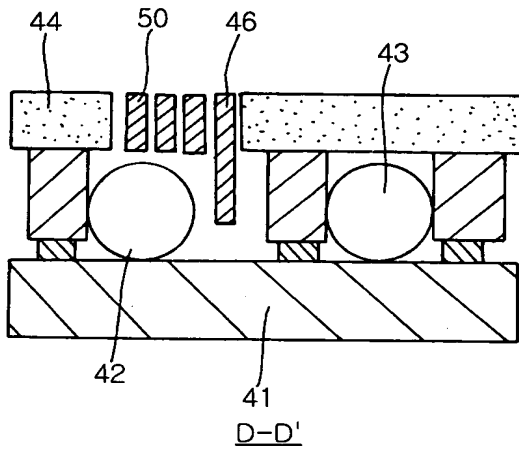
【도 6】



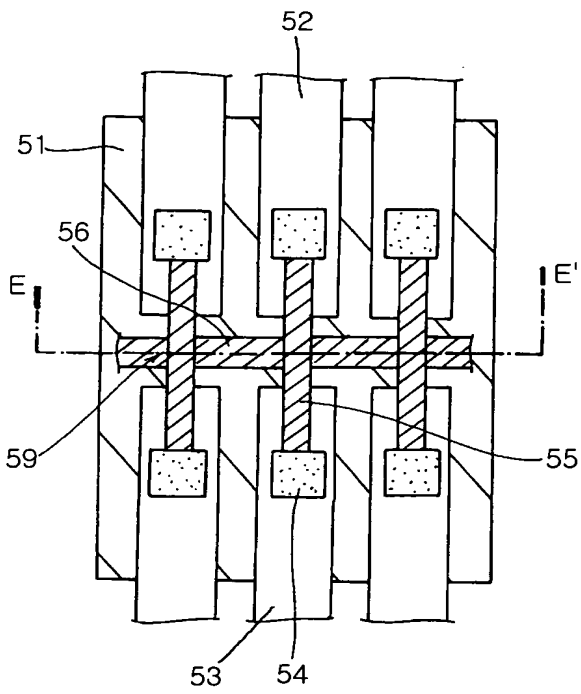
【도 7】



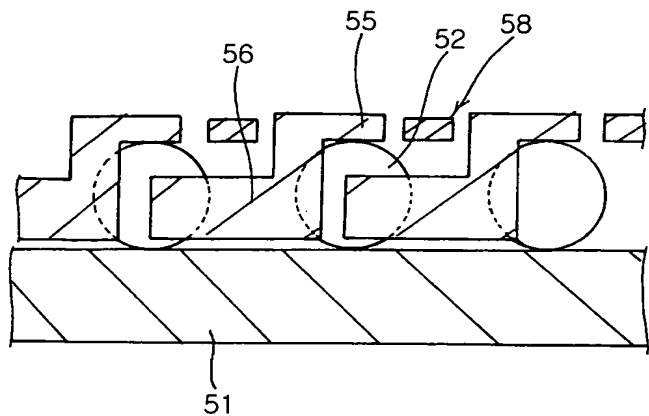
【도 8】



【도 9】



【도 10】



【도 11】

